

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年1月13日 (13.01.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/002441 A1

- (51) 国際特許分類⁷: A61B 5/117, G06T 1/00, 7/00
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/009698
 (22) 国際出願日: 2004年7月1日 (01.07.2004)
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (30) 優先権データ:
 特願2003-192268 2003年7月4日 (04.07.2003) JP
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電
 器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-
 TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大
 字門真 1006番地 Osaka (JP).
 (72) 発明者: および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 近藤 堅司
 (KONDO, Kenji). 吾妻 健夫 (AZUMA, Takeo).

(74) 代理人: 前田 弘, 外 (MAEDA, Hiroshi et al.); 〒
 5410053 大阪府大阪市中央区本町2丁目5番7号
 大阪丸紅ビル Osaka (JP).

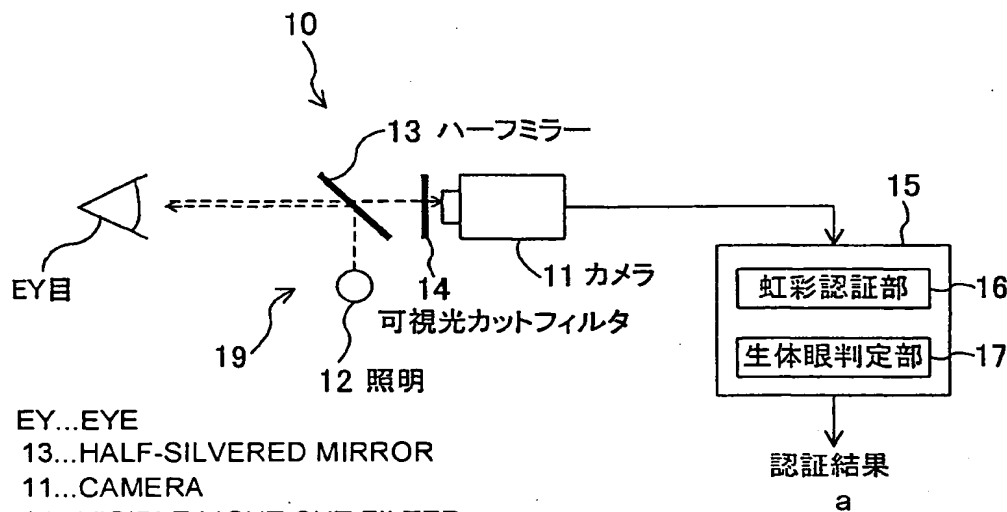
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
 可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
 BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
 DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
 ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
 LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
 NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
 SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
 VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
 能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
 SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
 KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
 CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

[続葉有]

(54) Title: ORGANISM EYE JUDGMENT METHOD AND ORGANISM EYE JUDGMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 生体眼判定方法および生体眼判定装置



(57) Abstract: An eye (EY) of a subject is imaged while illuminating the eye (EY) along the same optical axis as that of a camera (11). When the eye (EY) is of an organism, reflection at the retina occurs and thereby the brightness of the pupil area increases. An organism eye judgment section (17) judges whether the eye shown in the image is an organism one or not from the brightness value of the pupil area imaged by the camera (11).

[続葉有]

WO 2005/002441 A1

WO 2005/002441 A1

IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 被撮影者の目(EY)をカメラ(11)の光軸と同軸で照明し、撮影する。このとき、目(EY)が生体の目であれば網膜反射が生じ、瞳孔領域の輝度が高くなる。生体眼判定部(17)は、カメラ(11)によって撮影された画像の瞳孔領域の輝度値を基に、画像に含まれる目が生体の目であるか否かを判定する。

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

1

明細書

生体眼判定方法および生体眼判定装置

技術分野

本発明は、例えば虹彩認証において、生体の目でないものを誤って認証することを防止するために、画像に映された目が生体の目であるか否かを判定する、いわゆる生体眼判定に関する。

背景技術

近年、虹彩画像を用いた個人認証の技術が、重要施設への入退室管理、銀行等のATM (Automated Teller Machine) およびPCログイン用途などに利用され始めている。特に、特許文献1に記載された方法は、世界各国においてすでに商品化がなされており、事実上の世界標準方式となりつつある。

特許文献1の方式では、虹彩を撮影した画像から虹彩領域を切り出し、虹彩領域を極座標で表現した後、2D Gabor Waveletフィルタリングを行い、虹彩コードを生成する。そして、生成した虹彩コードと予め登録しておいた虹彩コードとを比較することにより、個人認証を行う。

また、虹彩画像を用いた個人認証においては、虹彩の写真や義眼などを誤って認証を行う可能性がある。このような誤認証を防止する技術が、特許文献2、3に開示されている。特許文献2では、目の瞬きを検出したり、瞳孔径の変化を検出したりする。特許文献3では、可視光刺激を加えて、瞳孔径の変化を見る。

(特許文献1) 特許第3307936号公報

(特許文献2) 特開2000-105830号公報

(特許文献3) 特許第3315648号公報

解決課題

ところが、従来の技術では、次のような問題がある。

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

2

まず、特許文献2では、高速シャッタが必要であったり、処理時間がかかる、という問題がある。また特許文献3でも、瞳孔径の変化をみるために、処理に相当の時間を要する。

前記の問題に鑑み、本発明は、生体の目と、写真や義眼とを、簡易な方式によって、判別可能にすることを課題とする。

発明の開示

本発明では、網膜反射と呼ばれる現象を利用する。網膜反射について、簡単に説明する。

図1は眼球の断面図であり、網膜反射の仕組みを示す図である。図1に示すように、網膜反射の場合、光は瞳孔（虹彩によって塞がれない領域）を通して入射し網膜によって反射され、その反射光は入射光とほぼ同じ方向で逆向きに、瞳孔を通して眼球外部に出る。このため、目の画像では、瞳孔全体が明るく見える。

図2（a）は網膜反射が生じたときの目の画像の模式図、図2（b）は図2（a）の画像の水平ラインLにおける輝度プロファイルを示すグラフである。図2（b）から、瞳孔領域において輝度が高くなっていることが分かる。

このような網膜反射は、生体の目に特有の現象であり、プリンタ画像や義眼では生じない。本発明はこの点に着目したものである。

すなわち、前記の課題を解決するために、本発明では、被写体を、カメラの光軸と同軸で照明して撮影した画像を用いて、前記画像に映された目の瞳孔領域の輝度値を基に、前記画像に映された目が生体の目であるか否かを判定する。

この発明によると、カメラの光軸と同軸で照明して撮影した画像では、生体の目については、網膜反射によって瞳孔領域の輝度が高くなる。一方、写真やプリンタ画像、あるいは義眼では、網膜反射は起こらず、瞳孔領域の輝度は生体の目ほどには高くない。このため、画像の瞳孔領域の輝度値を基にして、簡易に、画像に映された目が生体の目であるか否かを判定することができる。

また、本発明では、被写体を、カメラの光軸と同軸で照明して撮影した第1の画像と、カメラの光軸とは異なる光軸で照明して撮影した第2の画像とを用いて、前記第1および第2の画像に映された目の瞳孔領域の輝度値を基に、前記画像

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

3

に含まれる目が生体の目であるか否かを判定する。

この発明によると、生体の目については、カメラの光軸と同軸で照明して撮影した第1の画像では、網膜反射により瞳孔領域の輝度が大きくなり、かつ、カメラの光軸とは異なる光軸で照明して撮影した第2の画像では、瞳孔領域の輝度は小さくなる。すなわち、第1および第2の画像において、瞳孔領域に大きな輝度の違いが生じる。一方、写真やプリンタ画像、あるいは義眼では、第1および第2の画像において、瞳孔領域に生体の目ほど輝度の違いは生じない。このため、画像の瞳孔領域の輝度値を基にして、簡易に、画像に映された目が生体の目であるか否かを判定することができる。また、網膜反射が起こったときの写真やプリンタ画像を用いた場合でも、第1および第2の画像において輝度差が生じないので、精度のよい判別が可能となる。

図面の簡単な説明

図1は眼球の断面図であり、網膜反射の仕組みを示す図である。

図2において、(a)は網膜反射が生じたときの目の画像、(b)は(a)の画像における輝度分布を示すグラフである。

図3は角膜反射の仕組みを示す図である。

図4は本発明の各実施形態に係る、生体眼判定を含む虹彩認証方法を示すフローチャートである。

図5は本発明の第1の実施形態に係る、生体眼判定装置を含む虹彩認証装置の構成の一例である。

図6は目の構造を示す正面図である。

図7は本発明の各実施形態に係る、生体眼判定を含む虹彩認証方法の他の例を示すフローチャートである。

図8は生体眼判定方法を示すフローチャートである。

図9は生体の目を同軸落射照明で撮影した画像の模式図である。

図10はプリンタ出力を同軸落射照明で撮影した画像の模式図である。

図11は網膜反射が撮影できる範囲を示す図である。

図12は網膜反射が撮影できる範囲を示す図である。

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

4

図 1 3 は本発明の各実施形態に係る撮影装置の他の構成例である。

図 1 4 は図 1 3 の撮影装置によって撮影された画像を模式的に示す図である。

図 1 5 は本発明の各実施形態に係る撮影装置の他の構成例である。

図 1 6 は図 1 5 の照明配置の変形例である。

図 1 7 は本発明の第 2 の実施形態に係る、生体眼判定装置を含む虹彩認証装置の構成の一例である。

図 1 8 は生体の目を非同軸照明で撮影した画像の模式図である。

図 1 9 はプリンタ出力を非同軸照明で撮影した画像の模式図である。

図 2 0 は本発明の第 3 の実施形態に係る、瞳孔領域の輝度値に係る所定の指標の時間変化を示す模式図である。

図 2 1 は図 2 0 のような指標の時間変化から得られた周波数特性の例である。

図 2 2 は瞳孔径と虹彩輝度・瞳孔輝度比との関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

本発明の第 1 の態様によれば、生体眼判定方法として、被写体をカメラの光軸と同軸で照明して撮影した画像を取得する第 1 ステップと、前記画像に映された目が生体の目であるか否かを、前記画像の、当該目の瞳孔領域における輝度値を基にして、判定する第 2 ステップとを備えたものを提供する。

本発明の第 2 態様によれば、前記第 2 ステップにおいて、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の差または比が所定の閾値よりも大きいとき、当該目は生体の目であると判定する第 1 態様の生体眼判定方法を提供する。

本発明の第 3 態様によれば、前記第 1 ステップにおいて、時間的に連続する複数の前記画像を取得し、前記第 2 ステップにおいて、前記各画像から得た瞳孔領域における輝度値に係る所定の指標の時間変化を基にして、当該目が生体の目であるか否かを判定する第 1 態様の生体眼判定方法を提供する。

本発明の第 4 態様によれば、前記所定の指標は、瞳孔領域における輝度値の平均値である第 3 態様の生体眼判定方法を提供する。

本発明の第 5 態様によれば、前記所定の指標は、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比である第 3 態様の生体眼判定方法を提供する。

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

5

本発明の第6態様によれば、前記所定の指標は、瞳孔領域における各画素の輝度値の総和である第3態様の生体眼判定方法を提供する。

本発明の第7態様によれば、前記輝度値の総和として、虹彩領域の面積で正規化した値を用いる第6態様の生体眼判定方法を提供する。

本発明の第8態様によれば、生体眼判定方法として、被写体をカメラの光軸と同軸で照明して撮影した第1の画像と、前記被写体をカメラの光軸と異なる光軸で照明して撮影した第2の画像とを取得する第1ステップと、前記第1および第2の画像に映された目が生体の目であるか否かを、前記第1および第2の画像の、当該目の瞳孔領域における輝度値を基にして、判定する第2ステップとを備えたものを提供する。

本発明の第9態様によれば、前記第2ステップにおいて、前記第1の画像における瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の差である第1の輝度差と、前記第2の画像における瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の差である第2の輝度差とを求め、前記第1の輝度差と前記第2の輝度差との差の絶対値が、所定の閾値よりも大きいとき、当該目は生体の目であると判定する第8態様の生体眼判定方法を提供する。

本発明の第10態様によれば、前記第2ステップにおいて、前記第1の画像における瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比である第1の輝度比と、前記第2の画像における瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比である第2の輝度比とを求め、前記第1の輝度比と前記第2の輝度比との比が、所定の閾値よりも大きいとき、当該目は生体の目であると判定する第8態様の生体眼判定方法を提供する。

本発明の第11態様によれば、生体眼判定装置として、被写体を撮影するカメラと、前記被写体を前記カメラの光軸と同軸で照明する照明手段と、前記照明手段による照明時に前記カメラによって撮影された画像を受け、前記画像に映された目が生体の目であるか否かを、前記画像の、当該目の瞳孔領域における輝度値を基にして、判定する生体眼判定部とを備えたものを提供する。

本発明の第12態様によれば、被写体を撮影するカメラと、前記被写体を前記カメラの光軸と同軸で照明する第1の照明手段と、前記被写体を前記カメラの光軸と異なる軸で照明する第2の照明手段と、前記第1の照明手段による照明時に前記カメラによって撮影された第1の画像、および、前記第2の照明手段による

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

6

照明時に前記カメラによって撮影された第2の画像を受け、前記第1および第2の画像に映された目が生体の目であるか否かを、前記第1および第2の画像の、当該目の瞳孔領域における輝度値を基にして、判定する生体眼判定部とを備えたものを提供する。

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

(第1の実施形態)

図4は本発明の第1の実施形態に係る虹彩認証方法を示すフローチャートである。図4のフローには、生体眼判定を行うステップS14、S15が含まれている。

図5は本実施形態に係る虹彩認証装置の構成の一例である。図5において、撮影装置10は、被撮影者の目EY（被写体）を撮影するためのカメラ11と、照明12およびハーフミラー13とを備えている。照明12から出た光は、ハーフミラー13によって反射されて、目EYを照明する。カメラ11は照明12によって照明がなされているとき、ハーフミラー13を介して目EYの画像を撮影する。このとき、カメラ11の光軸と照明12とは同軸（同軸落射照明）になっている。すなわち、照明12およびハーフミラー13によって、照明手段19が構成されている。また画像処理部15は虹彩認証部16および生体眼判定部17を備えており、撮影装置10によって得られた目の画像に対して、生体眼判定を含む虹彩認証を実行する。撮影装置10および生体眼判定部17によって、生体眼判定装置が構成されている。

まずステップS11において、撮影装置10によって、虹彩画像を撮影する。図6に示すように、目は正面から見たとき、瞳孔A1、虹彩A2および強膜A3から構成されている。瞳孔A1と虹彩A2との境界を瞳孔外縁E1、虹彩A2と強膜A3との境界を虹彩外縁E2と呼ぶ。ステップS11では、少なくとも虹彩A2が画像内に含まれるように撮影を行う。

撮影装置10の照明12は例えば、近赤外の波長域を有するLED1個または数個で構成される。近赤外光を用いて目EYを照明する利点は、被撮影者が眩しさを感じないことである。

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

7

また、撮影した画像を虹彩認証に用いるため、カメラ 11 の前に可視光カットフィルタ 14 を設けている。これにより、カメラ 11 は近赤外成分のみを受光する。

なお、本実施形態では、光源に近赤外の波長域を有する LED を用いたが、他の光源や他の波長域（例えば可視光）でもかまわない。

撮影時は、カメラ 11 の露光時のみ、照明 12 を同期させて発光させる。これにより、目に照明が当たることによる被撮影者の負担を低減させることができる。

次にステップ S 12 において、ステップ S 11 で撮影した画像を用いて虹彩認証を行う。この処理は虹彩認証部 16 によって実行される。虹彩認証の手法については、どのような手法を用いてもよいが、ここでは、特許文献 1 に記載された手法を用いるものとする。手法の概略は、以下の通りである。

- (1) 瞳孔外縁 E 1 および虹彩外縁 E 2 を決定し、虹彩領域を切り出す。
- (2) 切り出された虹彩領域を xy 直交座標系から $r\theta$ 極座標系へ変換する。
- (3) 解析帯域を決定する（半径方向をリング状に 8 分割）。
- (4) マルチスケールの 2-d Gabor フィルタを適用し、Gabor フィルタ出力後の信号を二値化したものを虹彩コードとする。
- (5) 予め登録されていた登録虹彩コードと、認証時の虹彩コードとを比較（排他的 OR）し、2 つのコード間のハミング距離を計算する。
- (6) ハミング距離が閾値以下の場合は、本人として受け入れ、そうでなければ他人として棄却する。

そしてステップ S 13 において、認証が成功したか否かをチェックする。上の (6) において本人として受け入れられた場合は認証成功とし (Yes)、ステップ S 14 にすすむ。そうでないときは (No)、他人として棄却し、処理を終了する。

ステップ S 14 では、生体眼判定を行う。この処理は生体眼判定部 17 によって実行されるが、詳細については後述する。そして、判定の結果、生体の目でないとは判定されたときは (S 15 で No)、棄却し、処理を終了する。一方、生体の目であると判定されたときは (S 15 で Yes)、認証成功として、処理を終

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

了する。

なお、図4のフローでは、先に虹彩認証を行い、認証成功の場合のみ生体眼判定を行うものとしているが、図7に示すように、先に生体眼判定を行い（S22）、生体の目であると判定されたときのみ（S23でYes）虹彩認証を行う（S24）ようにしてもよい。いずれの方法にしろ、最終的に認証されるためには、生体眼判定と虹彩認証の両方において棄却されない必要がある。

ここで、ステップS14における生体眼判定について、図8のフローに従って詳細に説明する。ここでの処理が、本実施形態に係る生体眼判定方法に対応している。

まずステップS31において、瞳孔領域の決定を行う。ここで、図4のフローのように、生体眼判定S14よりも先に虹彩認証S12を行う場合は、虹彩認証処理の中で瞳孔の位置は既に求められているので、その結果を利用すればよい。一方、図7のフローのように、虹彩認証S24よりも先に生体眼判定S22を行う場合は、ここで瞳孔領域の決定を行う。瞳孔領域の決定には任意の手法を用いることができ、例えば特許文献1に記載された手法を用いればよい。

次にステップS32において、瞳孔領域の輝度値を基にして、画像に映された目が生体の目であるか否かを判定する。本実施形態のように同軸落射照明を用いて撮影する場合、生体の目であるときは、図2(a)に示すように、網膜反射によって画像の瞳孔領域全体の輝度が大きくなる。これに対して、目の写真や義眼では、同軸落射照明であっても網膜反射は生じない。本実施形態ではこの点を利用して、生体の目と、写真や義眼とを判別する。

ここでは生体眼判定のために、瞳孔領域内の輝度値の平均値を用いる。そして、平均値が所定の閾値TH1よりも大きいとき、網膜反射が起こっていると判断し、画像に映された目は生体の目であると判定する。

また、瞳孔領域内の角膜反射の影響を避けるために、瞳孔領域内の輝度値の平均値を計算する際に、輝度値が所定の閾値TH2よりも小さい画素のみを用いるようにしてもよい。図3は角膜反射の仕組みを示す図である。図3に示すように、角膜反射の場合、光は眼球の表面にある角膜によって反射される。

角膜反射の特徴の1つとして、網膜反射よりも輝度が大きくなり、輝度が飽和

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

9

しやすいことが挙げられる。このため、閾値 $TH2$ を適切に設定することにより、簡単に、角膜反射の影響を除外できる。

図9は実際の目を同軸落射照明を用いて撮影した画像の模式図、図10は虹彩画像のプリンタ出力を同軸落射照明を用いて撮影した生体眼画像の模式図である。実際の目を撮影した画像では、図9のように網膜反射が起こり、プリンタ出力を撮影した画像では、図10のように網膜反射は起こらない。瞳孔領域の輝度値の平均値（ただし輝度飽和領域は除く）は、図9では $P1$ 、図10では $P2$ であったとする。よって、閾値 $TH1$ を、 $P2 < TH1 < P1$ と設定することによって、生体の目か否かを判別できる。

もちろん、画像の明るさは、照明の強度、レンズの絞り、カメラの黒レベルやゲインによって変化するため、閾値 $TH1$ の値はそれらの値に応じて調整すればよい。

また図2（b）から分かるように、網膜反射の場合、瞳孔領域内の輝度値はほぼ一様に大きくなるので、瞳孔領域の輝度値の分散または標準偏差が所定の閾値 $TH3$ よりも小さいか否かを、生体の目の判定条件に付け加えてもよい。図9において、瞳孔領域の輝度値の標準偏差（ただし輝度飽和領域は除く）が $\sigma1$ であるとした場合、閾値 $TH3$ を $TH3 > \sigma1$ のように設定すればよい。瞳孔領域の輝度平均値だけでなく、標準偏差も含めて判定することによって、より正確な生体眼判定が可能となる。

また、各画像において、瞳孔領域と虹彩領域の輝度値同士を比較してもよい。例えば、瞳孔領域の輝度値が虹彩領域の輝度値よりも大きいとき、生体の目であると判定する。図10の画像では、瞳孔領域の輝度値 $P2$ は虹彩領域の輝度値 $I2$ よりも小さいことを利用して、生体の目ではないと判定する。一方、図9の画像では、瞳孔領域の輝度値 $P1$ は虹彩領域の輝度値 $I1$ よりも大きいことを利用して、生体の目であると判定する。

さらに、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の差が、所定の閾値 $TH4$ よりも大きいかな否かを、生体の目の判定条件としてもよい。輝度値の差は、図9の画像では $P1 - I1$ 、図10の画像では $P2 - I2$ である。よって、 $TH4$ を、 $P2 - I2 < TH4 < P1 - I1$ と設定することによって、図10を生体の目ではない画

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

10

像と判定できる。

あるいは、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比が、所定の閾値 $TH5$ よりも大きいかな否かを生体の目の判定条件としてもよい。輝度値の比は、図 9 の画像では $P1/I1$ 、図 10 の画像では $P2/I2$ である。よって、 $TH5$ を、 $P2/I2 < TH5 < P1/I1$ と設定することによって、図 10 を生体の目ではないと判定できる。

以上のように本実施形態によると、被写体をカメラの光軸と同軸で照明して撮影した画像から、瞳孔領域の輝度値を基にして、生体の目と、写真や義眼とを区別することができる。したがって、生体眼判定を簡易な方法によって実現することができ、例えば、個人認証において、生体の目ではないものを誤って認証することを防止し、信頼性を高めることができる。

なお、良好な網膜反射を得るためには、被撮影者の目 EY がカメラ 11 に正対する必要がある。このために、可視光カットフィルタ 14、または、撮影装置 10 前方に設けた透明なカバーの中央等に、視線誘導のためのマーカを設けてもよい。また、照明 12 の隣に、視線誘導用の可視光照明を別途設けてもよい。この場合、可視光照明は、被撮影者が眩しくないように、視認できる最低限の明るさにするとよい。

なお、図 4 のフローでは虹彩認証の後に生体眼判定を行うものとし、図 7 のフローでは生体眼判定の後に虹彩認証を行うものとしたが、虹彩認証と生体眼判定とは必ずしも直列に処理する必要はなく、例えば、2 個の演算装置例えば虹彩認証部 16 および生体眼判定部 17 によって、並列に実行してもよい。

< “同軸” について >

本実施形態では、被写体をカメラの光軸と同軸で照明するようにしているが、この場合の“同軸”は、厳密な同軸を意味するものではなく、網膜反射が撮影できる程度に“ほぼ同軸”であればよい。すなわち、本発明における“同軸”とは、厳密な同軸だけでなく、網膜反射が撮影できる範囲内の概略同軸も含む。

図 11 および図 12 を参照して、網膜反射が撮影できる範囲について説明する。照明の入射光は、レンズに相当する水晶体により屈折して網膜上に結像する。網膜上に結像された照明光は、水晶体により屈折して眼球の外に出て行く。人間

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

11

の目が照明にピントを合わせており、かつ、レンズに相当する水晶体の収差がない場合は、網膜上に結像された照明光は、図 11 のように、照明の位置に再び集光する。よって、図 11 の斜線領域にカメラを置いた場合に、網膜反射が撮影できることになる。

一方、人間の目が照明にピントを合わせていない、または、水晶体の収差がある場合は、図 12 のように、網膜反射が撮影できる領域はより広くなる。

したがって、図 11 や図 12 の斜線領域にカメラの光軸が含まれている場合、網膜反射が撮影できる程度にほぼ同軸である、と定義し、本発明の“同軸”に含めるものとする。

ちなみに、照明とカメラ光軸がずれていても網膜反射が起こる例として、カメラのフラッシュによる赤目現象が挙げられる。通常のカメラでは、レンズ位置とフラッシュの位置は異なるが、その距離が撮影距離に比べて小さいため、完全な同軸ではないものの、網膜反射である赤目が撮影される。

<撮影装置の他の構成>

本実施形態では、照明 12 とカメラ 11 の光軸を同軸にするためにハーフミラー 13 を設けたが、照明 12 とカメラ 11 の位置をハーフミラー 13 に対して逆に設定してもよい。この場合、照明 12 の光はハーフミラー 13 を透過して目 EY を照明し、カメラ 11 はハーフミラー 13 によって反射した画像を撮影する。

また、照明とカメラの光軸を同軸にする構成は、ハーフミラーを用いなくても実現可能である。例えば図 13 の撮影装置 10A では、照明手段としての照明 12A がカメラ 11 前方の光軸上に配置されている。ただしこの構成では、照明 12A の光が直接カメラ 11 に入射しないように、照明 12A とカメラ 11 との間に遮光手段 18 を設ける必要がある。当然、遮光手段 18 の領域を通しては被写体を撮影することができないため、図 13 の撮影装置 10A で撮影した画像は、図 14 のように、瞳孔領域 A1 内に遮光領域 CR が含まれることになる。ただし、虹彩認証では虹彩領域 A2 の画像が得られればよいとため、問題にはならない。

また、図 15 の撮影装置 10B では、照明手段としての照明 12B がカメラ 11 の光軸から少しずらして配置されている。ただし、照明 12B に対するカメラ 11 の位置は、図 12 に示すような網膜反射が撮影可能な領域に含まれている。

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

12

すなわち、被撮影者の目E Yは、カメラ11の光軸といわゆる“同軸”に照明されている。さらに、図15の変形として、図16のように、カメラレンズ11aの周りに照明手段としての照明12cを複数個配置してもよい。

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態に係る虹彩認証方法は、基本的な処理の流れは、第1の実施形態と同様である。異なるのは、被写体をカメラの光軸と同軸で照明して撮影した第1の画像とは別個に、カメラの光軸と異なる光軸で照明して撮影した第2の画像を取得し、これら第1および第2の画像を用いて、生体眼判定を行う点である。

図17は本実施形態に係る虹彩認証装置の構成の一例であり、図5と共通の構成要素には、図5と同一の符号を付している。図17の撮影装置20が図5の撮影装置10と異なるのは、照明12に加えて、照明21が設けられている点である。照明21は、被撮影者の目E Yを、直接、カメラ11の光軸と異なる軸で照明する（すなわち、同軸落射照明ではない非同軸照明）。照明12およびハーフミラー13によって第1の照明手段19が構成され、照明21によって第2の照明手段が構成されている。また画像処理部22は虹彩認証部23および生体眼判定部24を備えており、撮影装置20によって得られた目の画像に対して、生体眼判定を含む虹彩認証を実行する。撮影装置20および生体眼判定部24によって、生体眼判定装置が構成されている。

本実施形態における処理について、ここでは図4のフローを参照して説明する。もちろん、図7に示すように、虹彩認証の前に生体眼判定を行うようにしてもよいし、虹彩認証と生体眼判定とを並行に行ってもよい。

まずステップS11において、撮影装置20によって、虹彩画像を撮影する。ここでは、照明12のみを発光させた場合と、照明21のみを発光させた場合とについて、それぞれ撮影を行う。照明12のみを発光させたとき、すなわち同軸落射照明のときの画像を第1の画像とし、照明21のみを発光させたとき、すなわち非同軸落射照明でないときの画像を第2の画像とする。

次にステップS12において、ステップS11で撮影した画像を用いて虹彩認

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

13

証を行う。この処理は虹彩認証部 23 によって実行される。虹彩認証には、第 1 および 2 の画像のうち少なくともいずれか一方を用いる。ここでは、第 2 の画像を用いて認証を行うものとする。もちろん、第 1 の画像を用いて認証を行ってもよい。また、第 1 および第 2 の画像の両方を用いて認証を行い、例えばそのいずれかで認証が成功すれば最終的に認証成功としたり、両方で認証が成功すれば最終的に認証成功としてもよく、セキュリティレベルに応じて、認証ポリシーを決定すればよい。虹彩認証の手法は第 1 の実施形態に示したとおりである。

そしてステップ S 13 において、認証が成功したか否かをチェックする。認証が成功したときは (Yes) ステップ S 14 にすすみ、そうでないときは (No)、他人として棄却し、処理を終了する。

ステップ S 14 では、生体眼判定を行う。詳細については後述する。そして、判定の結果、生体の目でないと判定されたときは (S 15 で No)、棄却し、処理を終了する。一方、生体の目であると判定されたときは (S 15 で Yes)、認証成功として、処理を終了する。

ここで、ステップ S 14 における生体眼判定について、図 8 のフローに従って詳細に説明する。ここでの処理が、本実施形態に係る生体眼判定方法に対応している。

まずステップ S 31 にて、第 1 および第 2 の画像について、瞳孔領域の決定を行う。ここでは、第 2 の画像については、瞳孔の位置はステップ S 12 において既に求められているため、第 1 の画像について瞳孔領域の決定を行えばよい。ただし、第 1 および第 2 の画像の撮影間隔が短い場合、例えば 30 フレーム/s のカメラで連続して撮影したような場合には、第 1 および第 2 の画像における瞳孔領域はほとんど変化していないと考えられる。よって、第 2 の画像における瞳孔位置を、第 1 の画像における瞳孔位置として採用してもよい。また、図 7 のフローのように、虹彩認証 S 24 よりも先に生体眼判定 S 22 を行う場合は、ここで瞳孔領域の決定を行う。瞳孔領域の決定には任意の手法を用いることができ、例えば特許文献 1 に記載された手法を用いればよい。

次にステップ S 32 において、第 1 および第 2 の画像における瞳孔領域の輝度値を基にして、画像に映された目が生体の目であるか否かを判定する。生体の目であると

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

14

きは、同軸落射照明の場合、網膜反射によって瞳孔領域全体の輝度が大きくなる一方、同軸落射照明でない場合、瞳孔領域の輝度は小さくなる。本実施形態ではこの点を利用して、生体の目と、写真や義眼とを区別する。

ここでは生体眼判定のために、瞳孔領域内の輝度値の平均値を用いる。第1および第2の画像において、瞳孔領域の輝度値の平均値をそれぞれ P_a 、 P_b とすると、輝度差($P_a - P_b$)が所定の閾値 TH_1 よりも大きいとき、網膜反射が起こっていると判断し、画像に映された目は生体の目であると判定する。

図18および図19は非同軸照明を用いて撮影した第2の画像の例であり、図18は実際の目を撮影したもの、図19はプリンタ出力を撮影したものである。また、同軸落射照明を用いて撮影した第1の画像として図9および図10が得られたとすると、輝度差($P_a - P_b$)は、実際の目の画像(図9および図18)では $P_1 - P_3$ となり、プリンタ出力を撮影した画像(図10および図19)では $P_2 - P_4$ となる。よって、閾値 TH_1 を、 $P_2 - P_4 < TH_1 < P_1 - P_3$ と設定することによって、生体の目と生体ではない目とを判別できる。

また、第1の画像における瞳孔領域の輝度平均値 P_a が所定の閾値 TH_2 よりも大きく、かつ、第2の画像における瞳孔領域の輝度平均値 P_b が所定の閾値 TH_3 よりも小さいとき、生体の目と判定してもよい。

また、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の差を用いてもよい。第1の画像における虹彩領域の輝度平均値を I_a 、第2の画像における虹彩領域の輝度平均値を I_b とすると、例えば、第1の画像における輝度差すなわち第1の差($P_a - I_a$)と第2の画像における輝度差すなわち第2の差($P_b - I_b$)の差の絶対値が、閾値 TH_4 よりも大きいとき、生体の目であると判定する。先の画像例の場合、実際の目については、第1の画像(図9)における輝度差($P_a - I_a$)は $P_1 - I_1$ 、第2の画像(図18)における輝度差($P_b - I_b$)は $P_3 - I_3$ であり、その差の絶対値は $|(P_1 - I_1) - (P_3 - I_3)|$ となる。一方、プリンタ出力については、第1の画像(図10)における輝度差($P_a - I_a$)は $P_2 - I_2$ 、第2の画像(図19)における輝度差($P_b - I_b$)は $P_4 - I_4$ であり、その差の絶対値は $|(P_2 - I_2) - (P_4 - I_4)|$ である。よって、閾値 TH_4 を、 $|(P_2 - I_2) - (P_4 - I_4)| < TH_4 < |(P_1 -$

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

15

$I1) - (P3 - I3) |$ と設定することによって、生体の目であるか否かを判別できる。これは、瞳孔領域の輝度値について第1の画像と第2の画像の差、および、虹彩領域の輝度値について第1の画像と第2の画像の差を計算し、それらの差の絶対値を用いていることと等価である。すなわち、 $| (Pa - Ia) - (Pb - Ib) | = | (Pa - Pb) - (Ia - Ib) |$ である。

また、第1の画像における輝度差 $(Pa - Ia)$ が所定の閾値 $TH6$ よりも大きく、かつ、第2の画像における輝度差 $(Pb - Ib)$ が所定の閾値 $TH5$ よりも小さいとき、生体の目であると判定してもよい。

あるいは、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比を用いてもよい。例えば、第1の画像における輝度比すなわち第1の比 Pa / Ia と第2の画像における輝度比すなわち第2の比 Pb / Ib との比が、閾値 $TH7$ よりも大きいとき、生体の目であると判定する。先の画像例の場合、実際の目については、第1の画像(図9)における輝度比 Pa / Ia は $P1 / I1$ 、第2の画像(図18)における輝度比 Pb / Ib は $P3 / I3$ であり、その比は $P1 / I1 / (P3 / I3)$ である。一方、プリンタ出力については、第1の画像(図10)における輝度比 Pa / Ia は $P2 / I2$ 、第2の画像(図19)における輝度比 Pb / Ib は $P4 / I4$ であり、その比は $P2 / I2 / (P4 / I4)$ である。よって、閾値 $TH7$ を、 $P2 / I2 / (P4 / I4) < TH7 < P1 / I1 / (P3 / I3)$ と設定することによって、生体の目か否かを判別できる。これは、瞳孔領域の輝度値について第1の画像と第2の画像の比、および、虹彩領域の輝度値について第1の画像と第2の画像の比を計算し、それらの比を用いていることと等価である。すなわち、 $(Pa / Ia) / (Pb / Ib) = (Pa / Pb) / (Ia / Ib)$ である。

また、第1の画像における輝度比 Pa / Ia が所定の閾値 $TH9$ よりも大きく、かつ、第2の画像における輝度比 Pb / Ib が所定の閾値 $TH8$ よりも小さいとき、生体の目であると判定してもよい。

また、瞳孔領域内の角膜反射の影響を避けるために、瞳孔領域内の輝度値の平均値を計算する際に、輝度値が所定の閾値 $TH10$ よりも小さい画素のみを用いるようにしてもよい。また、網膜反射の場合、瞳孔領域内の輝度値はほぼ一様に

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

16

大きくなるため、瞳孔領域内の輝度値の分散または標準偏差が所定の閾値 $TH1$ よりも小さいか否かを、生体の目の判定条件に付け加えてもよい。

以上のように本実施形態によると、被写体をカメラの光軸と同軸で照明して撮影した画像と、カメラの光軸と異なる軸で照明した画像とを用いて、両画像の瞳孔領域の輝度値を基にして、生体の目と、写真や義眼とを区別することができる。したがって、精度の高い生体眼判定を簡易な方法によって実現することができ、例えば、個人認証において、生体の目でないものを誤って認証することを防止し、信頼性を高めることができる。

なお、本実施形態では、第1の画像を撮影するとき照明12のみを発光させ、第2の画像を撮影するとき照明21のみを発光させるようにしたが、第1の画像を撮影する場合は照明12と照明21を同時に発光させてもかまわない。この場合、虹彩領域の輝度は照明21によって確保し、照明12は網膜反射を起こす最低限の光量にすれば、網膜の中心部付近に光が照射されることによる目の負担を低減することができる。

なお、カメラと照明とを非同軸にする場合は、網膜反射が起きない程度に同軸からずらせばよい。

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態に係る虹彩認証方法は、基本的な処理の流れは、第1の実施形態と同様である。異なるのは、被写体をカメラの光軸と同軸で照明して画像を撮影する際、複数枚の画像を取得し、これら複数枚の画像を用いて生体眼判定を行う点である。

本実施形態に係る虹彩認証装置として、第1の実施形態と同様に図5の装置を用いる。図5の構成要素は、第1の実施形態での説明と同様なので説明を省略する。

本実施形態における処理について、ここでは図4のフローを参照して説明する。もちろん、図7に示すように、虹彩認証の前に生体眼判定を行うようにしてもよいし、虹彩認証と生体眼判定とを並行に行ってもよい。

まずステップS11において、撮影装置10によって、複数枚の虹彩画像を撮

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

17

影する。ここでは、毎秒30フレームの撮影速度で虹彩画像を撮影することとし、カメラ11の露光時に同期させて照明12を発光させる。

次にステップS12において、ステップS11で撮影した複数の画像を用いて虹彩認証を行う。この処理は虹彩認証部16によって実行される。

ここでは、別途、画質判定を行い、画質判定の評価値が最大の画像を1枚、虹彩認証に用いるものとする。画質としては、フォーカス値、瞳の開き度合い等を用いることができる。もちろん、撮影した複数の虹彩画像のうち、どの画像を認証に用いてもよい。また、全ての虹彩画像を用いて認証を行い、例えばそのいずれかで認証が成功すれば最終的に認証成功としたり、所定の割合の虹彩画像で認証成功すれば最終的に認証成功としてもよく、セキュリティレベルに応じて、認証ポリシーを決定すればよい。虹彩認証の手法は第1の実施形態に示したとおりである。

そしてステップS13において、認証が成功したか否かをチェックする。認証が成功したときは（Yes）ステップS14にすすみ、そうでないときは（No）、他人として棄却し、処理を終了する。

ステップS14では、生体眼判定を行う。この処理は生体眼判定部17によって実行される。詳細については後述する。そして、判定の結果、生体の目でないと判定されたときは（S15でNo）、棄却し、処理を終了する。一方、生体の目であると判定されたときは（S15でYes）、認証成功として、処理を終了する。

ここで、本実施形態でのステップS14における生体眼判定について、図8のフローに従って詳細に説明する。ここでの処理が、本実施形態に係る生体眼判定方法に対応している。

まずステップS31にて、撮影した複数枚の虹彩画像について、瞳孔領域の決定を行う。毎秒30フレームの撮影速度で連続して撮影した場合、複数の虹彩画像における瞳孔領域はほとんど変化していないと考えられるので、1枚目の画像のみ瞳孔領域の探索領域を大きめにして探索し、2枚目以降は、前フレームにおける瞳孔領域を探索の初期値として、その周辺のみ探索することで計算量を削減できる。瞳孔領域の決定には任意の手法を用いることができ、例えば特許文献1

に記載された手法を用いればよい。

次にステップS 3 2において、複数枚の画像における瞳孔領域の輝度値を基にして、画像に映された目が生体の目であるか否かを判定する。ここで、生体の目は、周囲の明るさが一定の場合でも、その瞳孔はわずかな収縮・散大を繰り返している。すなわち、いわゆる瞳孔動揺を起こしている。本実施形態では、生体眼であれば網膜反射を起こすであろう同軸照明下で撮影した複数の画像から、瞳孔領域における輝度値を基にした所定の指標の時間変化を求める。そして、この指標の時間変化から瞳孔同様の有無を検出し、生体の目であるか否かを判定する。

ここで、瞳孔動揺すなわち瞳孔の収縮・散大の程度は、瞳孔径の時間変化から、直接測定することができる。しかしながら、本願発明者らが実際に実験を行った結果、以下の理由から、通常の虹彩認証では、瞳孔径の変化を精度良く測定することは困難であることが判明した。

すなわち、一般に、虹彩認証に用いられる虹彩画像は、カメラの仕様等から、虹彩の直径が約200ピクセルになるような解像度で撮影される。また、通常の明るさの環境では、瞳孔開度は、人物間で多少の差があるものの、瞳孔径・虹彩径比で0.40程度である。このとき、瞳孔の直径は約80ピクセルとなる。また、本願発明者らの実験によると、このような条件での瞳孔動揺による瞳孔直径の変動幅は、標準偏差で3.7ピクセルであった（被験者4名の平均値）。標準偏差で3～4ピクセル程度の周期的な変動を精度良く測定することは、実際には、瞳孔領域の検出誤差等も存在するので、相当困難となることが予想される。したがって、虹彩認証を行う際の一般的な撮影環境では、瞳孔径の変化を、十分な精度で検出することは困難であると考えられる。

そこで、本実施形態では、瞳孔径の微小な変化の有無を、同軸照明下での瞳孔領域における輝度値に係る指標の時間変化を基にして、判定する。同軸照明によって網膜反射が生じたとき、瞳孔領域の明るさは、瞳孔を通過して網膜に達する光量が大きいほど明るく、すなわち、瞳孔径が大きいほど明るくなる。よって、瞳孔領域（すなわち網膜反射）の輝度値、またはこの輝度値に係る指標の時間変化を用いることによって、瞳孔の収縮・散大の有無を判定することができる。

輝度値に係る所定の指標としては、様々なものが考えられる。例えば、瞳孔領

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

域に含まれる各画素の輝度値の平均値を、所定の指標として用いればよい。この場合、瞳孔領域に鏡面反射（角膜反射）が生じているときは、角膜反射領域を除いた領域での輝度値の平均値を計算すればよい。角膜反射領域は通常、輝度値が極端に大きくなるため、輝度値に適切な閾値を設けることによって、その範囲を特定することができる。

また、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比を、所定の指標として用いてもよい。これにより、環境の変化に対してロバスト性を持たせることができる。

環境の変化として、例えば、複数画像の撮影中に同軸照明と被写体との距離が変化することが考えられる。入退室管理装置のように固定タイプの撮影装置では、被写体人物の頭部が動くことによって同軸照明と被写体との距離が変化する。また、ハンディタイプの撮影装置では、装置を把持している手が動いたり被写体人物の頭部が動くことによって同軸照明と被写体との距離が変化する。照明が完全な平行光でない場合、照明との距離が変化すると、これに伴って瞳孔領域の輝度値も変化してしまうので、瞳孔領域の輝度値単独では、瞳孔動揺を精度良く測定することが必ずしもできない可能性がある。

一方、虹彩領域の輝度値は、一定の照明下では変化しないが、同軸照明と被写体との距離が変化した場合は、瞳孔領域の輝度値と同様に、それに応じて変化する。よって、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比を用いることによって、環境の変化の影響を除外して、瞳孔の収縮・散大のみによる輝度変化を精度良く測定することができる。

また、瞳孔領域における各画素の輝度値の総和を、所定の指標として用いてもよい。すなわち、瞳孔が散大すると、上述したとおり網膜反射による瞳孔領域の輝度が大きくなるとともに、瞳孔領域の面積も大きくなる。一方、瞳孔が収縮すると、瞳孔領域に輝度が小さくなるとともに、瞳孔領域の面積も小さくなる。したがって、瞳孔領域における輝度値の総和を指標とすることによって、瞳孔動揺による指標の時間変化が、輝度値の平均値を用いるときと比べて、より強調されることになる。したがって、計測ノイズに対するS/Nを向上させることができる、測定精度を向上させることができる。

さらに、瞳孔領域における各画素の輝度値の総和として、虹彩領域の面積によ

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

20

って正規化した値を用いてもよい。例えば、照明と被写体との距離が変化したとき、瞳孔領域の輝度に加えて解像度も変化してしまう。そこで、瞳孔領域における輝度値の総和について、輝度の変化の影響を除去すべく、虹彩領域の輝度値（例えば平均値）によって正規化した後、さらに、虹彩領域の面積によって正規化する。これにより、解像度の変化の影響も除去することができる。虹彩領域の面積としては例えば、虹彩外縁（図 6 参照）を表す円の面積（虹彩半径を r ピクセルとすれば πr^2 ）を用いればよい。また、実際に露出している虹彩領域の面積を用いてよい。なお、虹彩領域の輝度値と面積とで正規化する代わりに、虹彩領域における画素の輝度値の総和を用いて正規化しても、同様の効果が得られる。また、虹彩領域の輝度値で正規化する処理を省き、面積でのみ正規化してもよい。

図 20 はこのようにして求めた、瞳孔領域の輝度値に係る指標の時間変化を示す模式図である。指標の取り方によって縦軸の変動度合は異なるが、生体眼については、図 20 に示すような瞳孔動揺に起因する周期的な変動が得られる。

次に、図 20 のような指標時間変化から、生体眼であるか否かを判定する。ここでは、図 20 に示すような指標の時間変化に対してフーリエ変換を適用し、周波数特性を用いて判定を行う。図 21 は生体眼について、指標の時間変化から得られた周波数とパワーとの関係を示すグラフである。図 21 は所定の指標として瞳孔領域における輝度和を用いたものであり、40 シーケンス（4 眼 × 10 シーケンス）の周波数特性を平均化してプロットしたものである。横軸は周波数、縦軸はパワーであり、ともに対数をとっている。図 21 ではプロットを直線近似した破線も併せて示している。図 21 から、周波数の対数に対しパワーの対数がほぼ直線的に減少しており、すなわち、 $1/f$ 特性を持っていることが分かる。よって、認証時に撮影したシーケンスの周波数特性が $1/f$ 特性になっているか否かを基にして、生体眼判定を行うことができる。

なお、撮影解像度が十分である場合や、瞳孔径の変化を大きくできる場合（例えば、撮影環境の可視光照度を変化させる場合、ただし、網膜反射を起こさせるための近赤外光の照明強度は一定）は、瞳孔径の変化を精度良く取得できる。この場合は、瞳孔径の時間変動の周波数特性を基にして、生体眼判定を行ってもよい。

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

21

また、瞳孔径と瞳孔領域の輝度値とを併用してもよい。例えば、瞳孔径と瞳孔領域の輝度値との間に相関があるか否かを利用して、生体眼判定を行ってもよい。図 2 2 は瞳孔径と虹彩輝度・瞳孔輝度比との関係を示すグラフである。図 2 2 は 2 名の人物について、撮影環境の可視光強度を変化させながら毎秒 30 フレームで虹彩画像を撮影したときのものである。図 2 2 から分かるように、瞳孔径が大きくなるにつれて、瞳孔輝度は大きくなり、この結果、虹彩輝度・瞳孔輝度比が小さくなる。このような相関があるか否かを基にして、生体眼判定を行ってもよい。

以上のように本実施形態によると、被写体をカメラの光軸と同軸で照明して時間的に連続して撮影した複数枚の画像から、瞳孔領域の輝度値に係る所定の指標の時間変化を求める。そして、この指標の時間変化を基にして、生体の目と、写真や義眼とを区別することができる。したがって、精度の高い生体眼判定を簡易な方法によって実現することができ、例えば、個人認証において、生体の目でないものを誤って認証することを防止し、信頼性を高めることができる。

なお、上述の実施形態では、照明として LED を用いる例について説明している。LED は低消費電力、長寿命という利点により、利用が増加している光源であるが、国際規格 IEC 60825-1 (JIS C 6802) では、レーザに準ずる光源として安全基準が定められている。当然、商品化の際には、この安全基準を満たす設定にしなければならないが、生体眼判定のための同軸落射照明に用いる場合には、たとえ安全基準を満たしていたとしても、目が弱い人や目が疲れている人にとっては、負担に感じられる可能性がある。

このような場合に備えて、照明はカメラ露光時間（例えば、16 ms または 33 ms）のみ発光させるのが好ましい。あるいは、生体眼判定を実行する回数に制限を設けてもよい。例えば、1 日当たりの認証回数を人物ごとにカウントし、認証回数が上限値を超えたときは、生体眼判定を行わないようにする。あるいは、同軸落射照明を用いないような他の生体眼判定を行うようにしてもよい。

なお、上述の各実施形態では、生体眼判定は、虹彩認証とともに行うものとしたが、他の用途に用いてもかまわない。また、近赤外光画像について行うものとしたが、本発明の生体眼判定方法は、近赤外光照明下での画像に限られるもので

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

22

はなく、可視光照明下であってももちろん適用可能である。この場合は、可視光カットフィルタ 14 は用いない。虹彩認証用の画像は、例えば、別途、撮影を行うようにすればよい。

また、上述の各実施形態では、生体眼判定は、撮影装置に付随した画像処理部によって実行されるものとしたが、本発明は、このような構成に限られるものではない。例えば、図 5 に示すような撮影装置 10 が搭載された携帯端末によって目の画像を撮影し、ネットワークを介して、その画像をサーバに送信する。そして、サーバにおいて、その画像を受けて、生体眼判定を実行するようにしてもよい。すなわち、同軸落射照明で撮影された目の画像を取得し、あるいは、これと併せて非同軸落射照明で撮影された目の画像も取得し、画像に映された目が生体の目であるか否かを判定する処理を実行する、といった構成も、本発明に含まれる。

産業上の利用可能性

本発明は、画像の瞳孔領域の輝度値を基にして、簡易に、画像に映された目が生体の目であるか否かを判定できるので、例えば虹彩画像を用いた個人認証において、簡易な構成によって、写真や義眼などを用いた不正なりすましを排除することができる。

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

23

請求の範囲

1. 被写体をカメラの光軸と同軸で照明して撮影した画像を、取得する第1ステップと、

前記画像に映された目が生体の目であるか否かを、前記画像の、当該目の瞳孔領域における輝度値を基にして、判定する第2ステップとを備えたことを特徴とする生体眼判定方法。

2. 請求項1において、

前記第2ステップにおいて、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の差または比が所定の閾値よりも大きいとき、当該目は生体の目であると判定することを特徴とする生体眼判定方法。

3. 請求項1において、

前記第1ステップにおいて、時間的に連続する複数の前記画像を、取得し、
前記第2ステップにおいて、前記各画像から得た、瞳孔領域における輝度値に係る所定の指標の時間変化を基にして、当該目が生体の目であるか否かを判定することを特徴とする生体眼判定方法。

4. 請求項3において、

前記所定の指標は、瞳孔領域における輝度値の平均値であることを特徴とする生体眼判定方法。

5. 請求項3において、

前記所定の指標は、瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比であることを特徴とする生体眼判定方法。

6. 請求項3において、

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

24

前記所定の指標は、瞳孔領域における各画素の輝度値の総和であることを特徴とする生体眼判定方法。

7. 請求項6において、

前記輝度値の総和として、虹彩領域の面積で正規化した値を用いることを特徴とする生体眼判定方法。

8. 被写体をカメラの光軸と同軸で照明して撮影した第1の画像と、前記被写体をカメラの光軸と異なる光軸で照明して撮影した第2の画像とを、取得する第1ステップと、

前記第1および第2の画像に映された目が生体の目であるか否かを、前記第1および第2の画像の、当該目の瞳孔領域における輝度値を基にして、判定する第2ステップとを備えたことを特徴とする生体眼判定方法。

9. 請求項8において、

前記第2ステップにおいて、

前記第1の画像における瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の差である第1の輝度差と、前記第2の画像における瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の差である第2の輝度差とを求め、

前記第1の輝度差と前記第2の輝度差との差の絶対値が、所定の閾値よりも大きいとき、当該目は生体の目であると判定することを特徴とする生体眼判定方法。

10. 請求項8において、

前記第2ステップにおいて、

前記第1の画像における瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比である第1の輝度比と、前記第2の画像における瞳孔領域と虹彩領域との輝度値の比である第2の輝度比とを求め、

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

25

前記第 1 の輝度比と前記第 2 の輝度比との比が、所定の閾値よりも大きいとき、当該目は生体の目であると判定することを特徴とする生体眼判定方法。

1 1. 被写体を撮影するカメラと、

前記被写体を、前記カメラの光軸と同軸で照明する照明手段と、

前記照明手段による照明時に前記カメラによって撮影された画像を受け、前記画像に映された目が生体の目であるか否かを、前記画像の、当該目の瞳孔領域における輝度値を基にして、判定する生体眼判定部とを備えたことを特徴とする生体眼判定装置。

1 2. 被写体を撮影するカメラと、

前記被写体を、前記カメラの光軸と同軸で照明する第 1 の照明手段と、

前記被写体を、前記カメラの光軸と異なる軸で照明する第 2 の照明手段と、

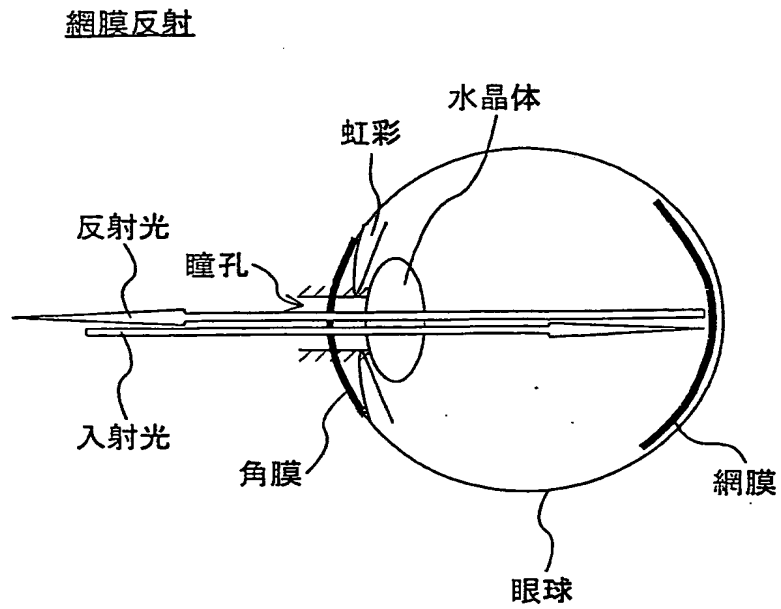
前記第 1 の照明手段による照明時に前記カメラによって撮影された第 1 の画像、および、前記第 2 の照明手段による照明時に前記カメラによって撮影された第 2 の画像を受け、前記第 1 および第 2 の画像に映された目が生体の目であるか否かを、前記第 1 および第 2 の画像の、当該目の瞳孔領域における輝度値を基にして、判定する生体眼判定部とを備えたことを特徴とする生体眼判定装置。

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

1/14

FIG.1



WO 2005/002441

10/540060

PCT/JP2004/009698

2/14

FIG.2

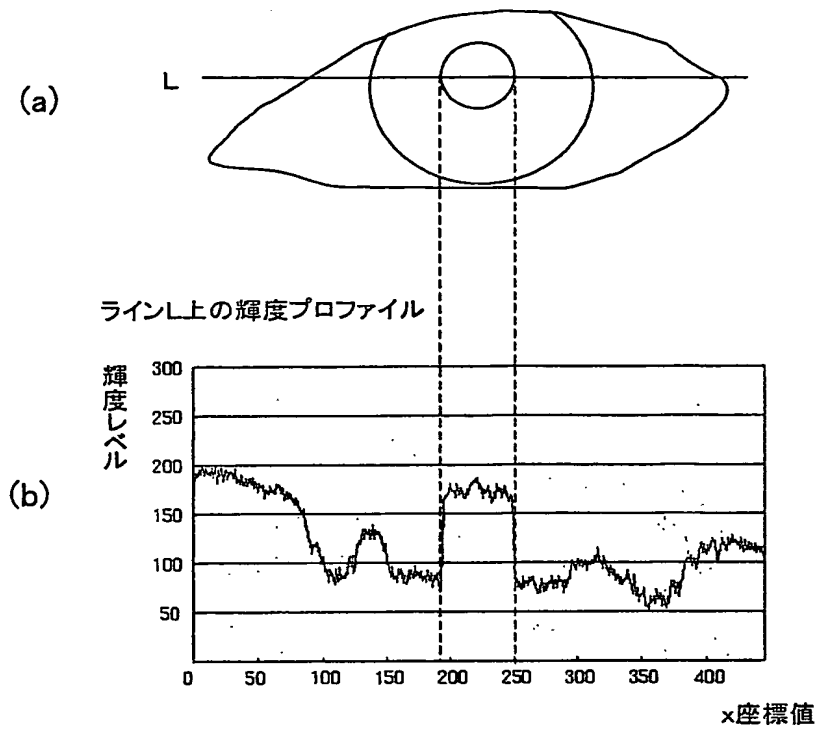
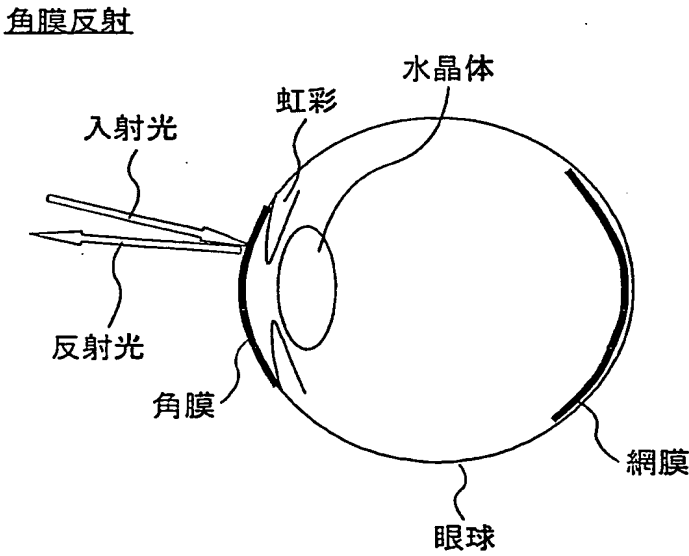


FIG.3



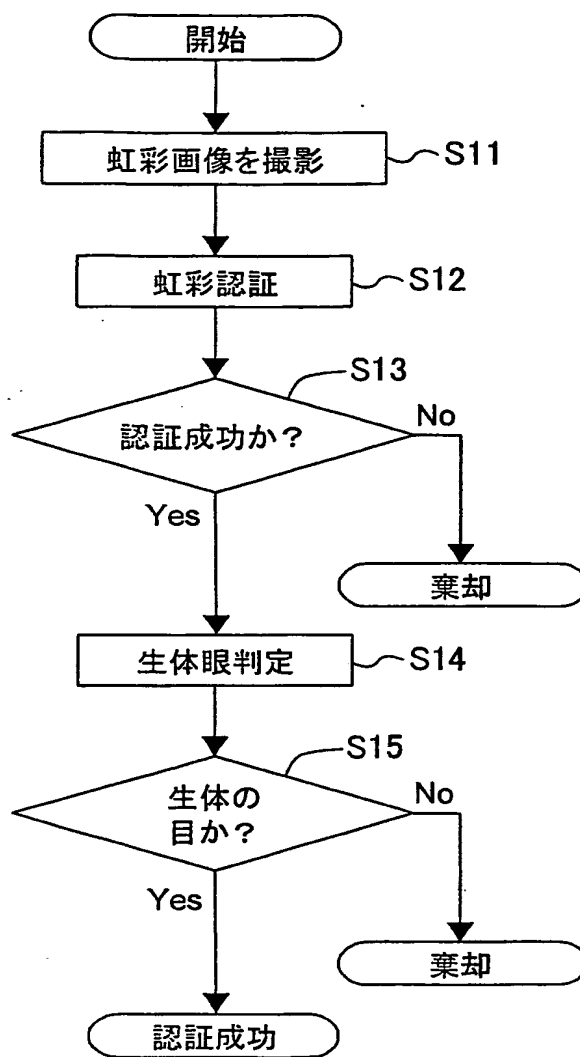
10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

3/14

FIG.4



10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

4/14

FIG.5

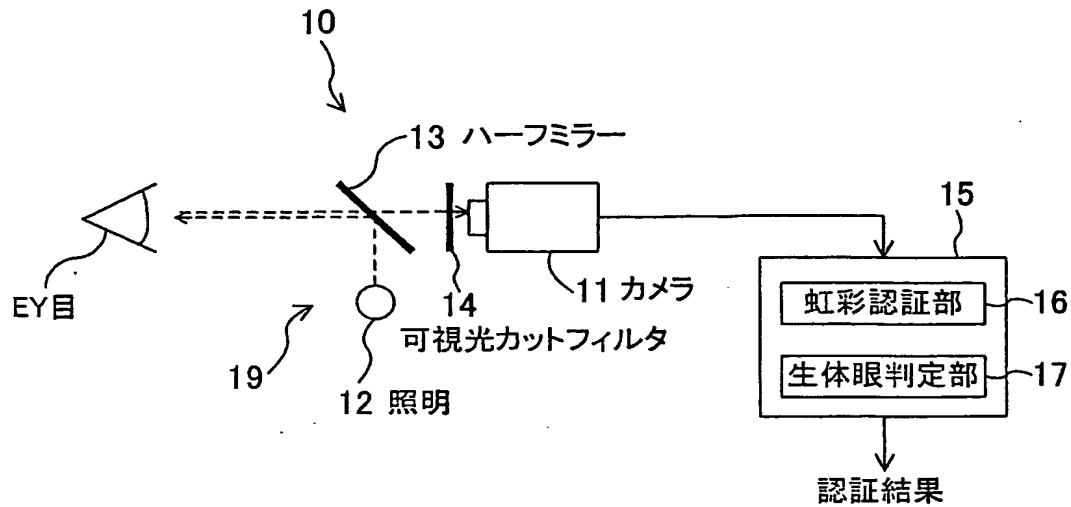
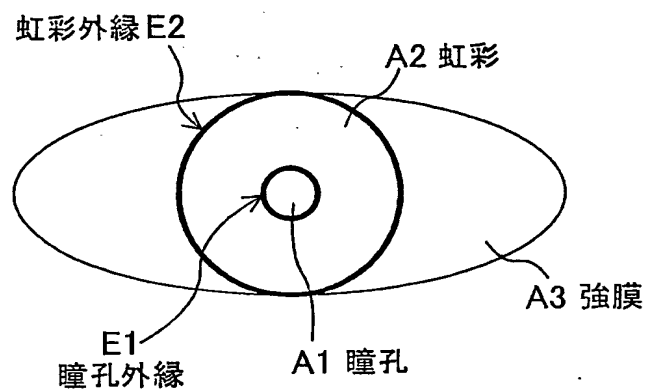


FIG.6



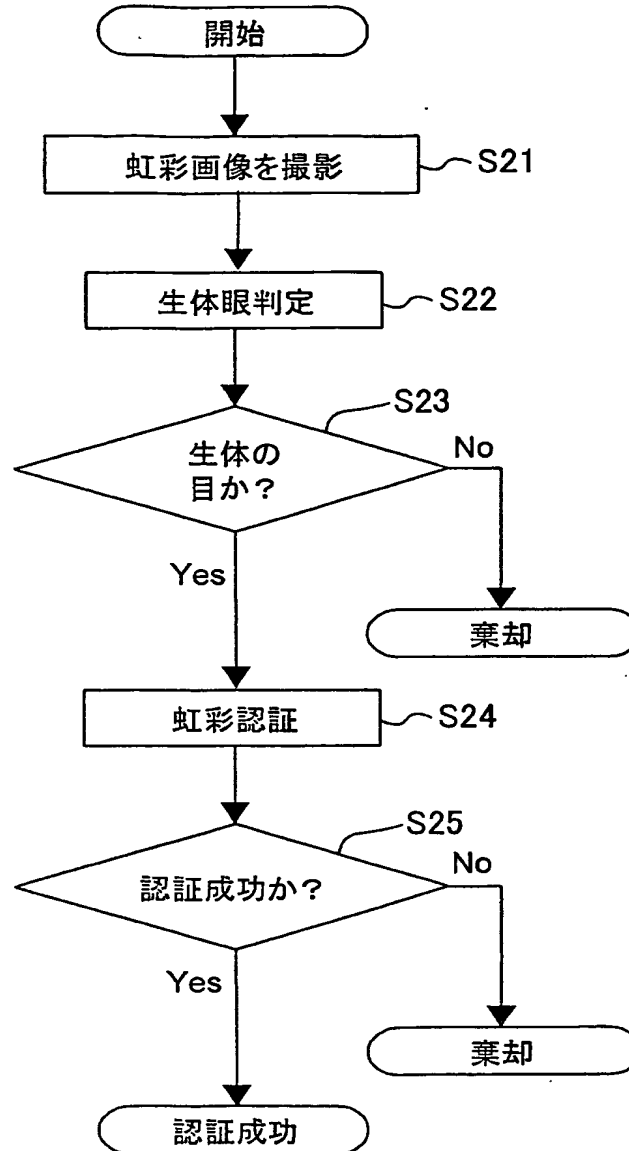
10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

5/14

FIG.7



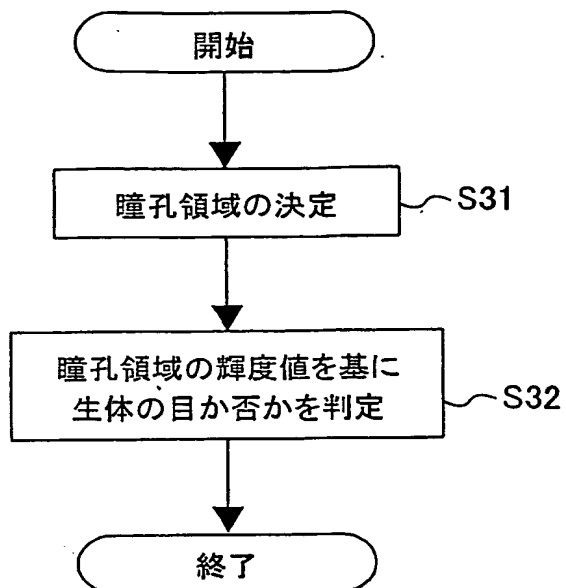
10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

6/14

FIG.8



10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

7/14

FIG.9

<実物の目を撮影>

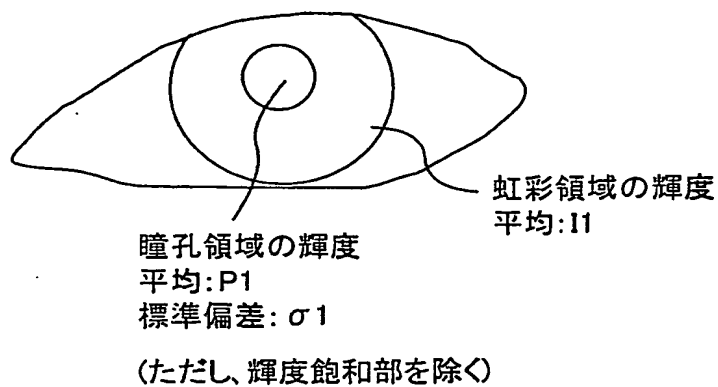
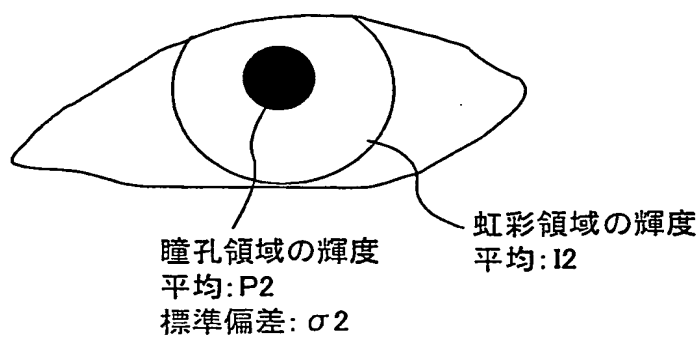


FIG.10

<プリンタ出力を撮影>



10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

8/14

FIG.11

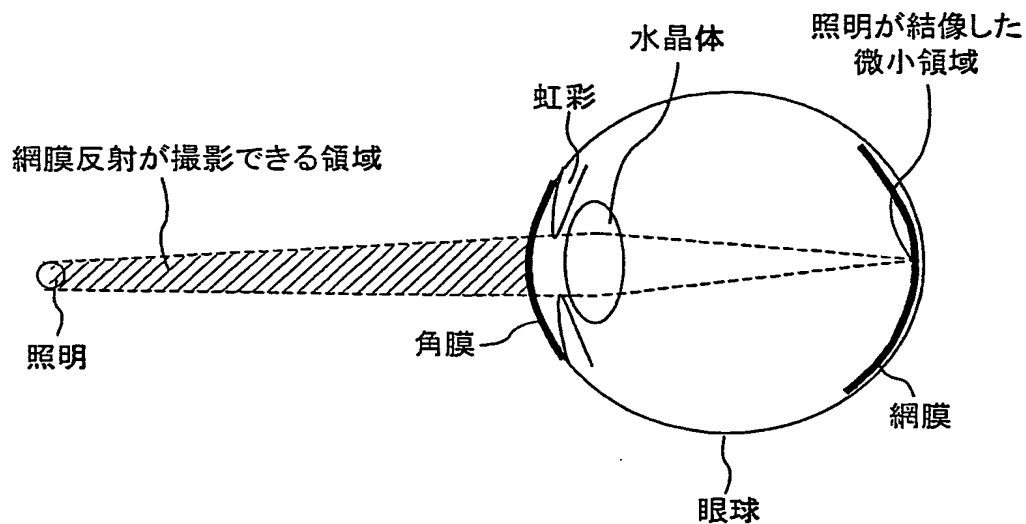
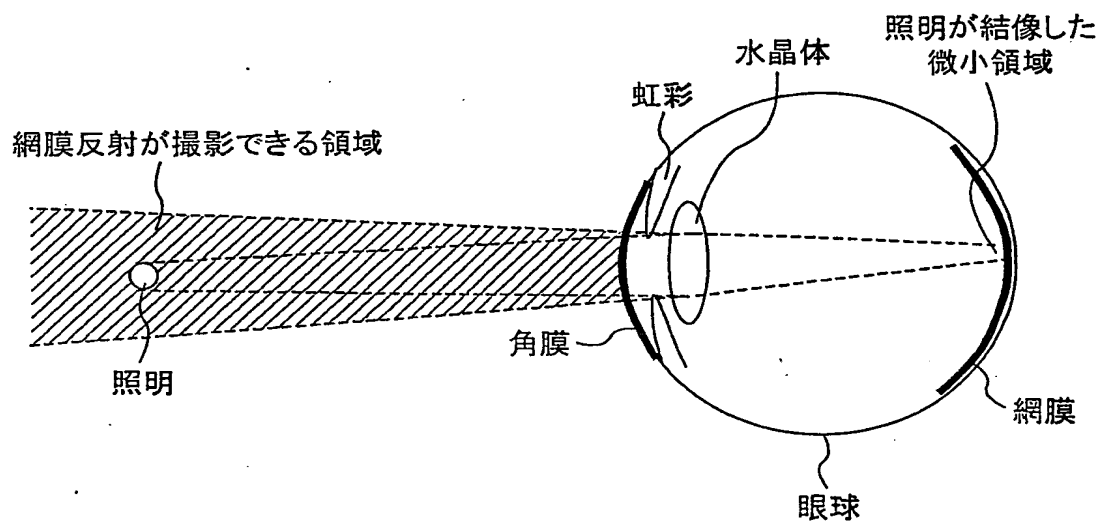


FIG.12



10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

9/14

FIG.13

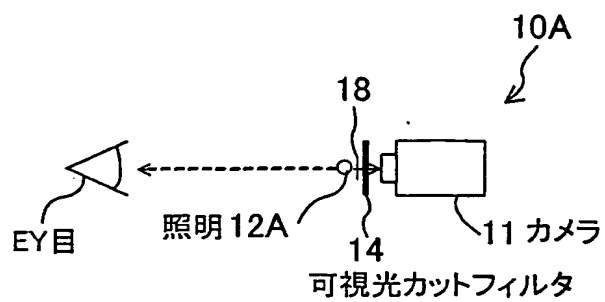
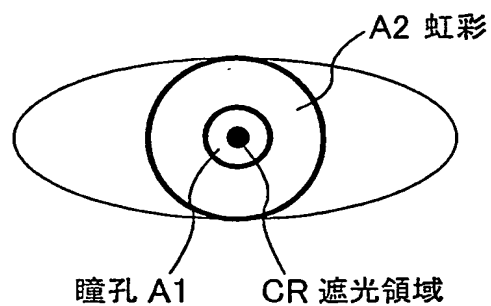


FIG.14



10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

10/14

FIG.15

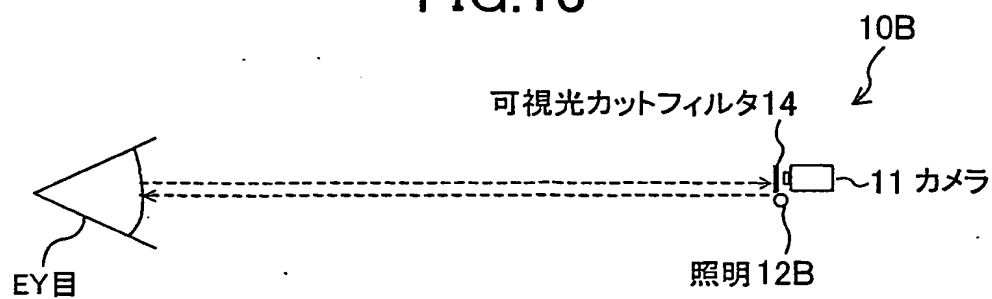
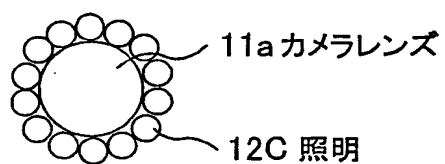


FIG.16



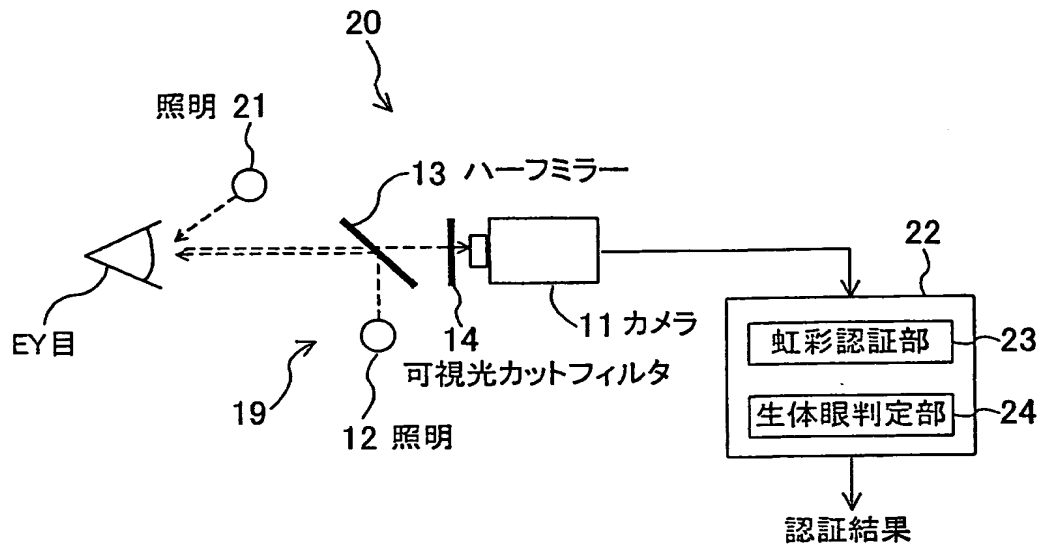
10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

11/14

FIG.17



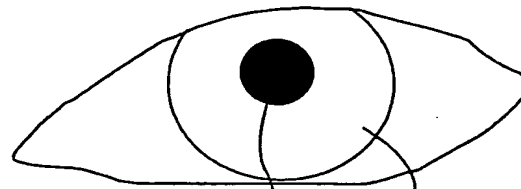
WO 2005/002441

10/540060
PCT/JP2004/009698

12/14

FIG.18

<実物の目を撮影>



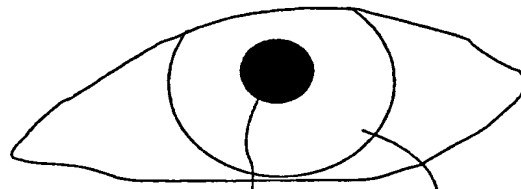
瞳孔領域の輝度
平均:P3
標準偏差: $\sigma 3$

虹彩領域の輝度
平均:I3

(ただし、輝度飽和部を除く)

FIG.19

<プリンタ出力を撮影>



瞳孔領域の輝度
平均:P4
標準偏差: $\sigma 4$

虹彩領域の輝度
平均:I4

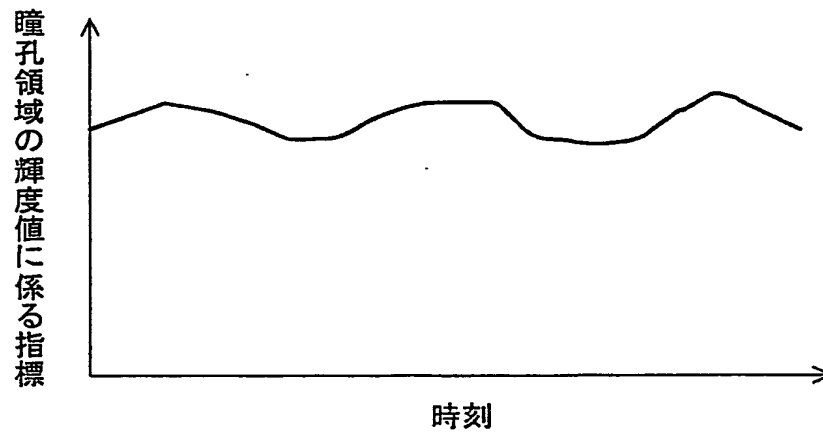
10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

13/14

FIG.20



10/540060

WO 2005/002441

PCT/JP2004/009698

14/14

FIG.21

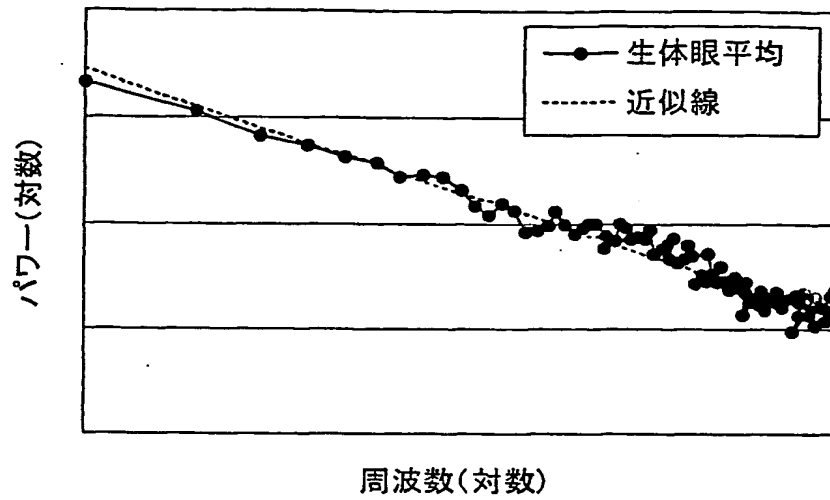
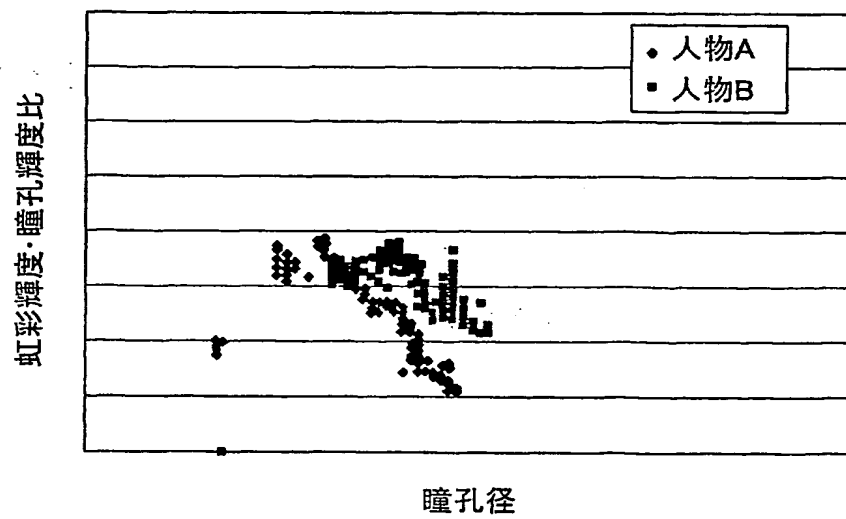


FIG.22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009698

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ A61B5/117, G06T1/00, 7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ A61B5/117, G06T1/00, 7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2004-171350 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 June, 2004 (17.06.04), Full text; all drawings (Family: none)	1
P, A	JP 2003-331268 A (Hitachi, Ltd.), 21 November, 2003 (21.11.03), Full text; all drawings (Family: none)	3
A	JP 3271750 B2 (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 25 January, 2002 (25.01.02), Full text; all drawings & US 6546121 A	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 October, 2004 (04.10.04)Date of mailing of the international search report
19 October, 2004 (19.10.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2004/009698

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ A61B5/117, G06T1/00, 7/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ A61B5/117, G06T1/00, 7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	JP 2004-171350 A (松下電器産業株式会社) 2004. 06. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1
P, A	JP 2003-331268 A (株式会社日立製作所) 2003. 11. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3
A	JP 3271750 B2 (沖電気工業株式会社) 2002. 01. 25, 全文, 全図 & US6546121 A	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 10. 2004

国際調査報告の発送日

19.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

荒巻 慎哉

2W

8703

電話番号 03-3581-1101 内線 3290